

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
16. Juni 2005 (16.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/054022 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60T 8/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002357

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Oktober 2004 (22.10.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 56 510.8 3. Dezember 2003 (03.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **NIMMO, Matthew**  
[DE/DE]; Kastanienallee 19, 71368 Ludwigsburg (DE).  
**HEY, Matthias** [DE/DE]; Bonner Str. 9, 97084 Würzburg  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SI, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

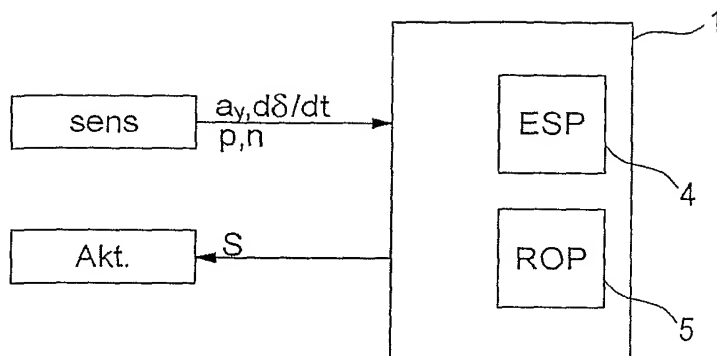
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DRIVING DYNAMICS CONTROL SYSTEM FEATURING EARLY PRESSURE BUILD-UP ON THE WHEEL THAT  
IS TO BE CONTROLLED

(54) Bezeichnung: FAHRDYNAMIKREGELUNG MIT VORGEZOGENEM DRUCKAUFBAU AM ZU REGELNDEN RAD



(57) Abstract: The invention relates to a method  
for improving the operability of a driving dynamics  
control system (1-5) which intervenes in the driving  
operation in critical driving situations by automati-  
cally engaging the brake on selected wheels (7,8).  
The reaction rate of the brake system (3) can be sub-  
stantially increased if the imminent critical driving  
state is recognized already before the actual control  
intervention and a low preparatory brake pressure  
(22) is built up on at least one wheel on which a fu-  
ture control intervention is expected to take place.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung  
betrifft ein Verfahren zum Verbessern der  
Funktionsfähigkeit einer Fahrdynamikregelung

(1-5), die in kritischen Fahrsituationen durch automatischen Bremseneingriff an ausgewählten Rädern (7,8) in den Fahrbetrieb eingreift. Die Reaktionsgeschwindigkeit des Bremssystems (3) kann wesentlich erhöht werden, wenn bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer Vorbereitungs-Bremssdruck (22) aufgebaut wird.

WO 2005/054022 A1

5

Beschreibung

10

Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau am zu  
regelnden Rad

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung  
15 in kritischen Fahrsituationen gemäß dem Oberbegriff des  
Patentanspruchs 1, sowie eine entsprechende Vorrichtung gemäß  
dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

Fahrdynamikregelungen dienen dazu, den Fahrer in kritischen  
20 Fahrsituationen zu unterstützen und das Fahrzeug automatisch  
wieder zu stabilisieren. Bekannte Fahrdynamikregelungs-  
systeme, wie z.B. ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm)  
oder ROM (Roll-Over-Mitigation) bedienen sich dabei  
üblicherweise der Fahrzeugbremsen oder der Motorsteuerung als  
25 Stellglieder, um in den Fahrbetrieb einzugreifen. Andere  
Systeme nutzen z.B. auch ein aktives Feder/Dämpfer-System  
(Normalkraftverteilungssystem) oder eine aktive Lenkung.

Eine Fahrdynamikregelung, wie z.B. ESP, regelt meist die  
30 Giergeschwindigkeit des Fahrzeugs, d.h. die Drehung des  
Fahrzeugs um die Hochachse. Beim Übersteuern oder Schleudern  
eines Fahrzeugs ist die Giergeschwindigkeit höher als sie  
nach den Fahrervorgaben (Lenkradwinkel, Gaspedalstellung,  
Bremsbetätigung) sein sollte. Um das Fahrzeug zu  
35 stabilisieren, berechnet der Regelalgorithmus ein Ausgleichs-  
Giermoment, das durch Ansteuerung ausgewählter Radbremsen  
umgesetzt wird. Dabei gibt der Regleralgorithmus  
üblicherweise ein Bremsmoment in Form von Sollschlupf für  
einzelne Räder vor, der mit Hilfe eines Bremsschlupfreglers  
40 eingestellt wird.

5 Um bei Übersteuern ein geeignetes Ausgleichs-Giermoment einzustellen, eignet sich vor allem das kurvenäußere Rad. Dieses Rad hat einen zum Fahrzeugschwerpunkt günstigen Hebelarm und kann aufgrund einer typischen Fahrwerkauslegung auch eine hohe Kraft absetzen.

10

Fahrdynamikregelungssysteme mit einer Kippstabilisierungsfunktion, wie z.B. ROM, greifen mit Bremseingriffen ebenfalls typischerweise auf das kurvenäußere Vorderrad zu. Dieses Rad ist zumeist hoch belastet und trägt dadurch stark  
15 zum Aufbau einer hohen und eventuell kritischen Querbeschleunigung bei.

20

Bei hochdynamischen Manövern wie zum Beispiel Spurwechsel- oder Fishhook-Manöver gerät das Fahrzeug typischerweise beim ersten Gegenlenken in einen kritischen Fahrzustand. Hier kann einerseits eine hohe Querbeschleunigung auftreten, bei denen vor allem Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt in einen kippkritischen Bereich gelangen können. Andererseits kann es zu diesem Zeitpunkt auch zum starken Übersteuern kommen. Ein  
25 Bremsmomenteneingriff am kurvenäußeren Vorderrad hilft demnach bei hochdynamischen Manövern sowohl gegen das Kippen als auch gegen das Übersteuern.

30

Bekannte Fahrdynamikregelungen greifen i.d.R. dann in den Fahrbetrieb ein, wenn die Regelabweichung der Giergeschwindigkeit eine vorgegebene Anregelschwelle überschreitet. Bei Überschreiten der Anregelschwelle werden eine Stellanforderung an das hydraulische Bremssystem, bzw. eine Hydraulikpumpe des Bremssystems, ausgegeben und  
35 verschiedene Ventile eines Hydroaggregats vom Steuergerät angesteuert.

40

Aufgrund verschiedener verzögernder Ursachen, wie z.B. dem Hochlaufen der Hydraulikpumpe auf die Solldrehzahl oder dem Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit, etc., kann sich der Bremsdruck jedoch nur mit einem endlichen Gradienten

5 aufbauen, so dass das gewünschte Soll-Bremsmoment erst nach  
einer vorgegebenen, vom Bremssystem abhängigen Zeitdauer  
anliegt. Diese Verzögerungszeit kann dazu führen, dass  
Fahrzeuge, insbesondere bei hochdynamischen Manövern, ins  
Schleudern geraten und nicht ausreichend schnell stabilisiert  
10 werden können. Gerade bei Fahrzeugen mit hohem Schwerpunkt,  
wie z.B. Transportern oder SUVs (Sports Utility Vehicles)  
kann das verzögerte Ansprechverhalten des Bremssystems dazu  
führen, dass sehr hohe Querbeschleunigungen auftreten, die  
das Fahrzeug zum Umkippen bringen.

15 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein  
Fahrdynamikregelungssystem derart zu verbessern, dass  
Fahrzeuge in kritischen Fahrsituationen schneller  
stabilisiert und am Umkippen gehindert werden können.

20 Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im  
Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 8 angegebenen  
Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind  
Gegenstand von Unteransprüchen.

25 Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, das  
Bevorstehen eines automatischen Bremseingriffs an einem Rad  
schon vor dem Auslösen des eigentlichen Regeleingriffs zu  
erkennen und an diesem Rad einen geringen Vorbereitungs-  
30 Bremsdruck aufzubauen. Dadurch, dass bereits vor dem  
eigentlichen Regeleingriff der bevorstehende kritische  
Fahrzustand erkannt wird und an wenigstens einem Rad, an dem  
ein zukünftiger Regeleingriff erwartet wird, ein geringer  
Vorbereitungs-Bremsdruck aufgebaut wird, kann die  
35 Reaktionsgeschwindigkeit der angesprochenen Bremse wesentlich  
erhöht werden. Diese Maßnahme bewirkt somit, dass das  
Bremssystem schon „vorgespannt“ ist und hat den wesentlichen  
Vorteil, dass die Ansprechzeit des Bremssystems auf eine  
Stellanforderung wesentlich kürzer ist und folglich das  
40 Fahrzeug besser stabilisiert werden kann.

5 Das Bevorstehen einer kritischen Fahrsituation (in der ein  
Regeleingriff erfolgt) kann grundsätzlich aus allen  
Zustandsgrößen abgeleitet werden, aus denen sich allein oder  
in Kombination ein Hinweis auf einen bevorstehenden  
Regeleingriff ergibt. Eine kurz bevorstehende kritische  
10 Fahrsituation kann beispielsweise dadurch erkannt werden,  
dass die Giergeschwindigkeit stark zunimmt, d.h. der Gradient  
der Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert  
überschreitet und/oder die Regelabweichung der  
Giergeschwindigkeit einen vorgegebenen Schwellenwert  
15 überschreitet (der niedriger ist als die Anregelschwelle für  
den eigentlichen Stabilisierungseingriff). Ein kurz  
bevorstehender Regeleingriff kann auch durch Auswertung und  
Überwachung anderer charakteristischer Fahr-Zustandsgrößen,  
wie z.B. der Querbeschleunigung bzw. deren Änderung, der  
20 Lenkgeschwindigkeit, etc., erkannt werden.

Das erfindungsgemäße Aufbringen eines Vorbereitungs-  
Bremsdrucks findet vorzugsweise Anwendung bei hochdynamischen  
Spurwechselmanövern, wie z.B. bei sogenannten Fishhook-  
25 Manövern, RER-Manövern (Road Edge Recovery) oder dem  
sogenannten VDA-Test (Elchtest). Diese Manöver zeichnen sich  
dadurch aus, dass innerhalb kurzer Zeit ein erstes  
Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug aus der Spur ausgelenkt,  
und ein zweites Lenkmanöver, mit dem das Fahrzeug durch  
30 Gegenlenken wieder in die ursprüngliche Fahrtrichtung (jedoch  
seitlich versetzt) ausgerichtet wird, stattfinden. Dabei  
kommt es häufig nach dem zweiten Lenkmanöver zum Schleudern  
des Fahrzeugs. Es wird daher vorgeschlagen, vorzugsweise das  
während des ersten Lenkmanövers kurveninnere Vorderrad,  
35 vorzugsweise noch bevor die Lenkung die Ausgangsstellung  
(d.h. die Lenkradstellung, bevor das erste Lenkmanöver  
eingeleitet wurde) überschritten hat, mit Vorbereitungs-  
Bremsdruck zu beaufschlagen. Während des zweiten Lenkmanövers  
bildet das ursprünglich kurveninnere Vorderrad dann das  
40 kurvenäußere Vorderrad, an dem nun die eigentliche  
Schlupfregelung stattfindet.

5

Das vorbereitende Beaufschlagen der Bremse des kurveninneren Vorderrads hat den Nachteil, dass während des ersten Lenkmanövers ein zusätzliches übersteuerndes Giermoment auf das Fahrzeug wirkt. Es ist daher sinnvoll, den Vorbereitungs-  
10 Bremsdruck nur so stark bzw. schwach einzustellen, dass das Fahrverhalten nicht zu stark beeinträchtigt wird. Der wesentliche Vorteil dieser vorbereitenden Maßnahme besteht jedoch darin, dass das Fahrzeug nach dem zweiten Lenkmanöver wesentlich schneller wieder stabilisiert werden kann, da die  
15 Vorderradbremse bereits vorgespannt ist.

Bei einem hochdynamischen Spurwechselmanöver wird der Vorbereitungs-Bremsdruck vorzugsweise unter der Bedingung aufgebaut, dass die Querbesehleunigung des Fahrzeugs  
20 betragsmäßig groß ist und die Lenkgeschwindigkeit kleiner Null ist (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung stattfindet) und einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Die Lenkgeschwindigkeit ist hier als zeitliche Änderung des Lenkwinkels definiert, wobei  
25 sie negativ ist, wenn der Betrag des Lenkwinkels abnimmt, und positiv, falls der Betrag des Lenkwinkels zunimmt.

Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich vor allem durch sehr schnelle, kurz aufeinanderfolgende Lenkmanöver aus und  
30 können somit z.B. dadurch erkannt werden, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeit ein erstes Lenkmanöver, das bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs eine erste Bedingung erfüllt, und ein zweites Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfindet, das eine zweite Bedingung erfüllt. Die zugehörigen  
35 Schwellenwerte, z.B. für die Querbesehleunigung, die Änderung der Querbesehleunigung oder die Lenkgeschwindigkeit, sind dabei vorzugsweise so gesetzt, dass zwischen einem Spurwechsel im Rahmen eines Überholmanövers und einem Spurwechsel aufgrund einer kritischen Fahrsituation  
40 unterschieden werden kann.

5 Die Funktion zum Aufbringen des Vorbereitungs-Bremsdrucks wird vorzugsweise deaktiviert, wenn eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, z.B. die Fahrdynamikregelung einen Bremseneingriff anfordert und den Bremsdruck an ausgewählten Rädern erhöht. Die Funktion kann z.B. auch deaktiviert  
10 werden, wenn über einen vorgegebenen Zeitraum nur langsame Lenkbewegungen stattfinden, d.h. der Betrag der Lenkgeschwindigkeit während einer vorgegebenen Zeit kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

15 Eine weitere Ausschaltbedingung für den Vorbereitungs-Bremsdruck kann z.B. darin bestehen, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck länger als eine vorgegebene Zeitdauer aufrecht erhalten wurde, ohne dass ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erfolgt wäre.

20 Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines bekannten  
25 Fahrdynamikregelungssystems;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Darstellung der wesentlichen Verfahrensschritte zum Aufbau eines Vorbereitungs-Bremsdrucks;

30 Fig. 3 verschiedene Phasen während eines Spurwechselmanövers; und

Fig. 4 den Verlauf des Bremsdrucks an verschiedenen Rädern  
35 des Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Fahrdynamikregelungssystems 1-5. Dieses umfasst eine Sensorik zur Aufnahme verschiedener Fahrzustandsgrößen, aus denen das  
40 Istverhalten des Fahrzeugs ermittelt wird. Sämtliche Sensoren des Systems sind dabei in einem Block 2 zusammengefasst.

5 Dieser umfasst z.B. einen Querb beschleunigungssensor,  
Raddrehzahlsensoren zur Fahrgeschwindigkeitsbestimmung, einen  
Lenkradsensor, einen Bremsdrucksensor etc.. Das Fahrdynamik-  
regelungssystem umfasst ferner ein Steuergerät 1, in dem  
verschiedene Regelalgorithmen hinterlegt sein können. Im  
10 vorliegenden Beispiel umfasst das Regelungssystem einen  
Algorithmus ESP 4 zur Giergeschwindigkeitsregelung und einen  
Algorithmus ROP 5 (Roll-Over-Protection), mit dem die  
maximale Querb beschleunigung des Fahrzeugs begrenzt wird, um  
ein Umkippen des Fahrzeugs zu verhindern.

15 In einer kritischen Fahrsituation, in der das Fahrzeug  
übersteuert oder um eine Längsachse zu kippen droht,  
berechnen die Regelalgorithmen 4 bzw. 5 ein Ausgleichs-  
Giermoment, um das Fahrzeug zu stabilisieren. Das  
20 erforderliche Ausgleichs-Giermoment wird mittels der  
Radbrem sen 3 an ausgewählten Rädern ausgeübt, wobei eine  
Schlupfregelung durchgeführt wird,.

Zur Einstellung des vorgegebenen Soll-Bremsdrucks bzw. Soll-  
25 Bremsmoments steuert das Steuergerät 1 eine Hydraulikpumpe  
und verschiedene Ventile (nicht gezeigt) im Bremssystem 3 an.  
Um eine Verzögerung durch das Hochlaufen der Hydraulikpumpe  
und das Befüllen der Bremse mit Bremsflüssigkeit zu  
vermeiden, wird bereits vor dem eigentlichen Regeleingriff  
30 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 (siehe Fig. 4) an derjenigen  
Radbremse ausgeübt, an der ein zukünftiger Regeleingriff  
erwartet wird. Durch diese Vorsteuermaßnahme ist das  
Bremssystem bereits „vorgespannt“ und kann im Regelfall  
wesentlich schneller reagieren und das gewünschte Soll-  
35 Bremsmoment einstellen.

Der Vorbereitungs-Bremsdruck ist vorzugsweise derart  
bemessen, dass das Fahrzeug durch den Vorbereitungs-  
Bremsdruck nicht maßgeblich in seinem Fahrverhalten  
40 beeinflusst wird. Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann je nach  
Fahrzeugtyp z.B. Werte zwischen 20 und 50 bar annehmen.



5

Der Vorbereitungs-Bremsdruck kann beispielsweise in einer Kurvenfahrt, in der das Fahrzeug übersteuert, oder bei einem Spurwechselmanöver, wie z.B. einem Fishhook-Manöver, einem VDA-Test (Elchtest) oder einem RER-Manöver vorsorglich  
10 aufgebaut werden.

Das Aktivieren und Deaktivieren des Vorbereitungs-Bremsdrucks bei einem Spurwechselmanöver wird im Folgenden anhand von Fig. 2 beispielhaft näher erläutert.

15

Fig. 2 zeigt die wesentlichen Verfahrensschritte einer Fahrdynamikregelung mit vorgezogenem Druckaufbau an wenigstens einem ausgewählten Rad bei einem Spurwechselmanöver. Dynamische Spurwechselmanöver zeichnen sich durch  
20 zwei kurz aufeinanderfolgende Lenkbewegungen aus, mit denen das Fahrzeug in einem ersten Lenkmanöver zunächst aus der Spur ausgelenkt und dann mittels eines zweiten Lenkmanövers zurück in die ursprüngliche Fahrtrichtung ausgerichtet wird. Insbesondere nach dem zweiten Lenkmanöver kann es dabei zum  
25 Übersteuern und Schleudern des Fahrzeugs kommen.

Um eine solche Fahrsituation zu erkennen, wird in Schritt 10 zunächst überprüft, ob die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  größer Null ist und einen vorgegebenen Schwellenwert  $SW1$   
30 überschreitet. Ist dies der Fall (J) deutet dies auf eine sehr schnelle, heftige Lenkbewegung hin, die sich von einem üblichen Überholmanöver unterscheidet.

In Schritt 11 wird dann überprüft, ob innerhalb einer  
35 vorgegebenen Zeit  $T$  ein weiteres Lenkmanöver in Gegenrichtung durchgeführt wird (Abfrage  $t < T$ ). Außerdem wird überprüft, ob das zweite Lenkmanöver vorgegebene Bedingungen bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs erfüllt. Eine dieser Bedingungen ist, dass die Querbeschleunigung  $a_y$  einen vorgegebenen  
40 Schwellenwert  $SW3$  überschreitet. Die andere Bedingung besteht darin, dass die Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  kleiner Null ist

5 (d.h. eine Lenkbewegung in Richtung der Neutralstellung durchgeführt wird) und einen Schwellenwert SW2 unterschreitet.

10 Sofern das zweite Lenkmanöver innerhalb der vorgegebenen Zeit T stattfindet (Fall J) wird in Schritt 12 der Vorbereitungs-Bremsdruck an demjenigen Rad aufgebaut, an dem ein Regeleingriff der Fahrdynamikregelung erwartet wird. Dies ist in Fig 3 das linke Vorderrad 7. Falls die Aktivierungsbedingungen von Block 11 nicht erfüllt sind (N) endet die  
15 Prozedur.

Nach dem Aufbauen des Vorbereitungs-Bremsdrucks werden in Block 13 verschiedene Deaktivierungsbedingungen überprüft. Ist eine der Deaktivierungsbedingungen erfüllt, wird die  
20 Funktion wieder deaktiviert. Eine mögliche Deaktivierungsbedingung besteht darin, dass das ESP einen Regeleingriff anfordert und z.B. die Hydraulikpumpe entsprechend ansteuert. Sofern innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer T1 kein Regeleingriff erfolgt, wird der Vorbereitungs-Bremsdruck  
25 wieder abgebaut.

Ist eine der Ausschaltbedingungen von Block 13 erfüllt, wird in Block 14 die Vorbereitungs-Bremsfunktion zurückgesetzt. Die Prozedur ist damit beendet.

30

Fig. 3 zeigt verschiedene Phasen eines Fahrzeugs während eines Spurwechselmanövers. In der Phase A fährt das Fahrzeug 6 mit einer Geschwindigkeit  $v$  in Geradeausfahrt auf der rechten Fahrspur. Ausgehend von dieser Fahrsituation lenkt  
35 der Fahrer ruckartig nach links auf die andere Fahrspur. Dabei wird eine Regelschwelle des ROP- oder ESP-Algorithmus überschritten, so dass das Steuergerät 1 ein Ansteuersignal 20 (siehe Fig. 4) für die Radbremse des rechten Vorderrads 8 ausgibt. Wegen der Trägheit des Bremssystems baut sich der  
40 tatsächliche Bremsdruck (Signal 21; Fig. 4) erst nach einer systemimmanenten Verzögerungszeit auf.

5

Noch vor Erreichen des dargestellten Fahrzustands B beginnt der Fahrer gegenzulenken, wobei die in Block 12 genannten Auslösebedingungen bezüglich der Querbesehleunigung  $a_y$  und der Lenkgeschwindigkeit  $d\delta/dt$  erfüllt werden. Zum Zeitpunkt 10 t1 (Fig. 4) wird daher am linken Vorderrad 7 ein Vorbereitungs-Bremsdruck 22 mit geringem Pegel aufgebaut.

Nach Überschreiten des Fahrzustands B steuert das Fahrzeug 6 in eine Rechtskurve, in der zum Zeitpunkt t2 die 15 Regelschwelle der Fahrdynamikregelung (ROP oder ESP) überschritten wird und das Regelungssystem eine Druckaufbau-Anforderung 23 für die Radbremse des linken Vorderrades 7 ausgibt, um das Fahrzeug 6 zu stabilisieren. Da das Bremssystem 3 bereits vorgespannt ist, kann diese Anforderung 20 innerhalb kürzester Zeit umgesetzt werden (siehe Druckverlauf 24). Ohne den vorsorglichen Druckaufbau am linken Vorderrad 7 wäre der geforderte Soll-Bremsdruck erst eine Zeit  $\Delta t$  verzögert an der linken vorderen Radbremse 7 angelegen (siehe Druckverlauf 25). Die Reaktionszeit des Fahrdynamik- 25 regelungssystems hat sich somit um eine Zeitspanne  $\Delta t$  verbessert. Dadurch kann ein Fahrzeug wesentlich früher abgefangen und stabilisiert werden, was insbesondere bei hochdynamischen Manövern die Fahrsicherheit wesentlich erhöht.

5

## 10 Bezugszeichenliste

|    |                |   |
|----|----------------|---|
|    | 1              | Steuergerät   |
|    | 2              | Sensorik  |
|    | 3              | Bremssystem   |
| 15 | 4              | ESP-Algorithmus   |
|    | 5              | ROP-Algorithmus   |
|    | 6              | Fahrzeug  |
|    | 7              | Linkes Vorderrad  |
|    | 8              | Rechtes Vorderrad   |
| 20 | 10-14          | Verfahrensschritte  |
|    | 20             | ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne rechts                                 |
|    | 21             | Tatsächlicher Druckverlauf vorne rechts                                 |
|    | 22             | Vorbereitungs-Bremsdruck vorne links                                    |
|    | 23             | ROP- bzw. ESP-Druckvorgabe vorne links                                  |
| 25 | 24             | Tatsächlicher Druckverlauf vorne links mit<br>Vorbereitungs-Bremsdruck  |
|    | 25             | Tatsächlicher Druckverlauf vorne links ohne<br>Vorbereitungs-Bremsdruck |
|    | t0-t3          | Zeitpunkte  |
| 30 | A,B,C          | Fahrzustände  |
|    | V              | Fahrzeuggeschwindigkeit   |
|    | a <sub>y</sub> | Querbeschleunigung  |
|    | d $\delta$ /dt | Lenkgeschwindigkeit   |
|    | S              | Steuersignal  |

5

## 10 Patentansprüche

1. Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, bei dem eine kritische Fahrsituation mittels einer Sensorik (2) erkannt wird und ein  
15 Regelalgorithmus (4,5) unter einer vorgegebenen Bedingung mittels eines Bremssystems (3) in den Fahrbetrieb des Fahrzeugs (6) eingreift, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem  
20 Stabilisierungseingriff (23) ein Vorbereitungs-Bremsdruck (22) mit geringem Pegel aufgebaut wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) ermittelt und schwellenwertüberwacht werden  
25 und der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) aufgebaut wird, wenn die Fahrzeugquerbeschleunigung ( $a_y$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW3) überschreitet und die Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert (SW2)  
30 unterschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorbereitungs-Bremsdruck (22) während eines Spurwechselmanövers aufgebaut wird, bei dem innerhalb einer  
35 vorgegebenen Zeit (T) ein erstes Lenkmanöver und ein zweites Lenkmanöver in Gegenrichtung stattfinden, wenn bei dem zweiten Lenkmanöver die Querb beschleunigung ( $a_y$ ) größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert (SW3) und die Lenkgeschwindigkeit einen Schwellenwert (SW2) unterschreitet.

40

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Lenkmanöver eine Querbeschleunigung ( $a_y$ ) und eine Lenkgeschwindigkeit ( $d\delta/dt$ ) aufweisen, die jeweils einen vorgegebenen Schwellenwert ( $SW_3$ ,  $SW_1$ ) überschreiten.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion zum Aufbau eines Vorbereitungs-Bremsdrucks (22) deaktiviert wird, wenn eine vorgegebene Deaktivierungsbedingung (14) erfüllt ist.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung ein Signal (S) des Regelalgorithmus (4,5) ist, mit dem ein Bremseneingriff angefordert wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Deaktivierungsbedingung darin besteht, dass die Änderung des Lenkwinkels ( $d\delta/dt$ ) über eine vorgegebene Zeit ( $T_1$ ) kleiner ist als ein vorgegebener Schwellenwert.
- 25 8. Fahrdynamikregelungssystem zum Stabilisieren eines Fahrzeugs (6) in kritischen Fahrsituationen, mit einem Steuergerät (1), in dem ein Fahrdynamikregelungsalgorithmus (4,5) hinterlegt ist, einer Sensorik (2) zum Aufnehmen verschiedener den Fahrzustand beschreibender Größen
- 30 ( $a_y$ ,  $d\delta/dt$ ,  $v$ ), und einem Bremssystem (3) zum Durchführen eines Stabilisierungseingriffs, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (1) eine Radbremse eines Rades (7), an dem in Kürze ein Stabilisierungseingriff (23) erwartet wird, bereits vor dem Stabilisierungseingriff (23) ansteuert und einen
- 35 Vorbereitungs-Bremsdruck (22) mit geringem Pegel aufbaut.

1 / 3

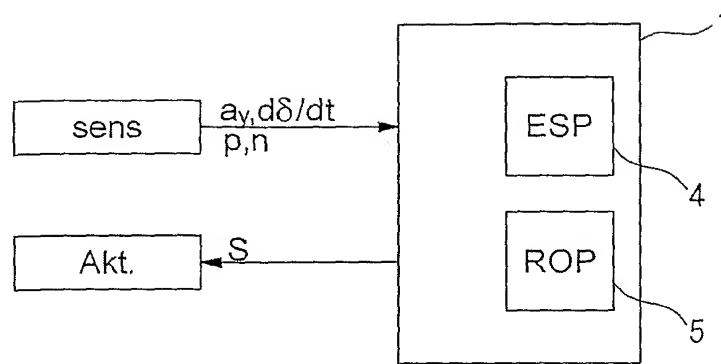


Fig. 1

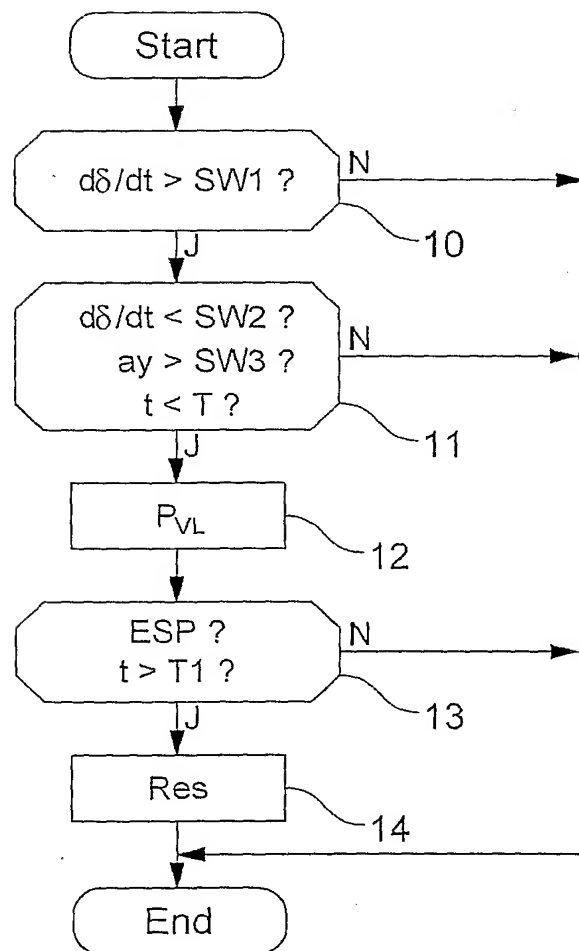


Fig. 2

2 / 3

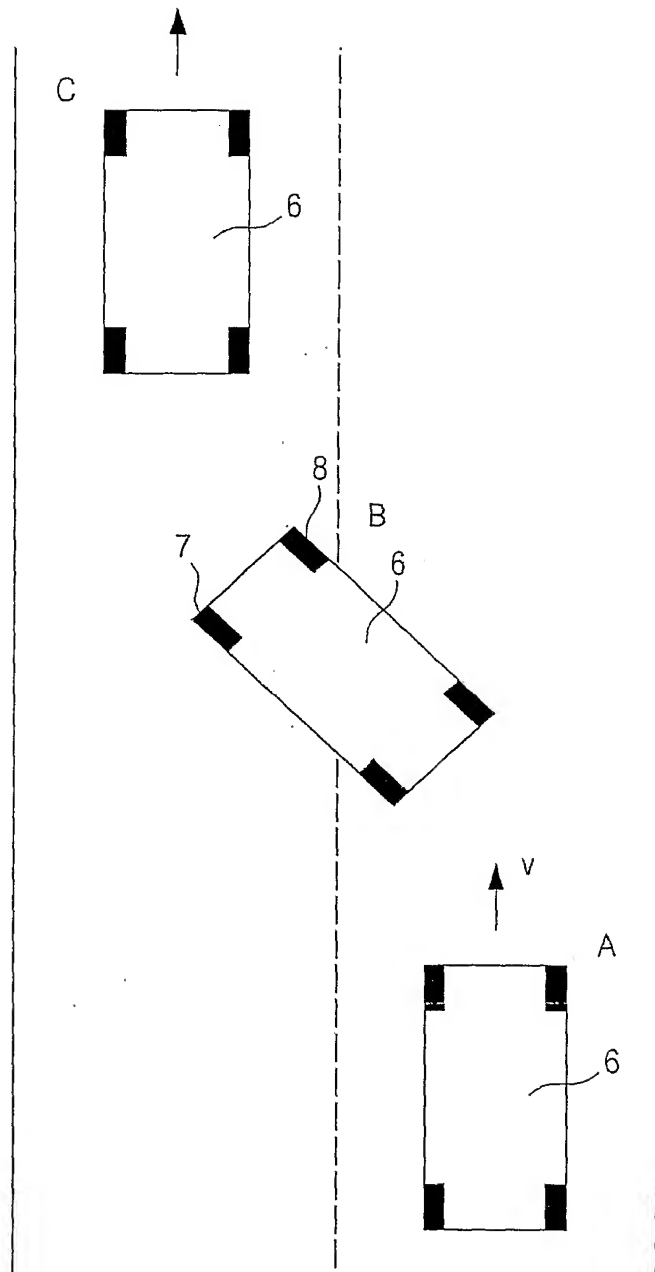


Fig. 3



3 / 3

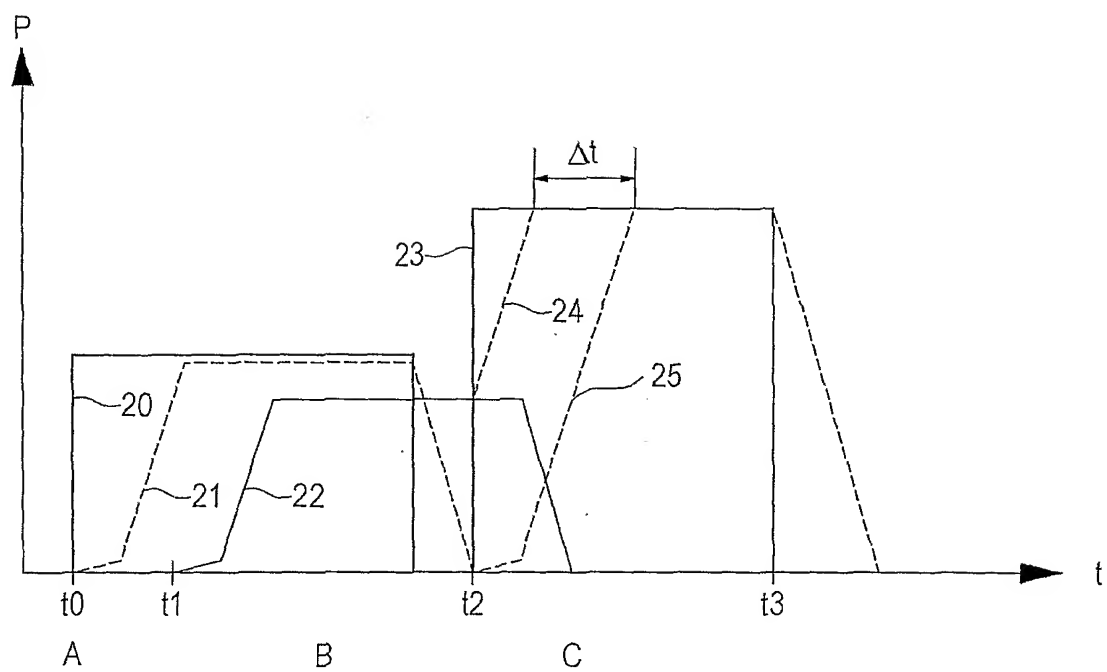


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002357

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | DE 100 54 647 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG;<br>CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG)<br>8 May 2002 (2002-05-08)<br>paragraphs '0016! - '0020!<br>figure 2 | 1-8                   |
| X          | DE 101 19 907 A1 (CONTINENTAL TEVES AG &<br>CO. OHG) 24 October 2002 (2002-10-24)<br>claims 1-6,8,9<br>figure 2                               | 1-8                   |
| X          | US 6 149 251 A (WUERTH ET AL)<br>21 November 2000 (2000-11-21)<br>claims 1-3,7-9  | 1,8                   |
| A          |   | 2,5                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 February 2005

Date of mailing of the international search report

09/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002357

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 10054647                               | A1 | 08-05-2002          | WO 0236401 A1              | 10-05-2002          |
|   |    |                     | EP 1334017 A1              | 13-08-2003          |
|   |    |                     | JP 2004513010 T            | 30-04-2004          |
|   |    |                     | US 2004046447 A1           | 11-03-2004          |
| DE 10119907                               | A1 | 24-10-2002          | NONE                       |                     |
| US 6149251                                | A  | 21-11-2000          | DE 19615294 A1             | 23-10-1997          |
|   |    |                     | WO 9739930 A1              | 30-10-1997          |
|   |    |                     | DE 59707679 D1             | 14-08-2002          |
|   |    |                     | EP 0836567 A1              | 22-04-1998          |
|   |    |                     | JP 11508211 T              | 21-07-1999          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002357

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60T8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | DE 100 54 647 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG;<br>CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG)<br>8. Mai 2002 (2002-05-08)<br>Absätze '0016! - '0020!<br>Abbildung 2 | 1-8                |
| X          | DE 101 19 907 A1 (CONTINENTAL TEVES AG &<br>CO. OHG) 24. Oktober 2002 (2002-10-24)<br>Ansprüche 1-6,8,9<br>Abbildung 2                         | 1-8                |
| X          | US 6 149 251 A (WUERTH ET AL)<br>21. November 2000 (2000-11-21)  | 1,8                |
| A          | Ansprüche 1-3,7-9  | 2,5                |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* & \* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002357

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| DE 10054647  | A1 | 08-05-2002                    | WO                                | 0236401 A1    | 10-05-2002                    |
|  |    |                               | EP                                | 1334017 A1    | 13-08-2003                    |
|  |    |                               | JP                                | 2004513010 T  | 30-04-2004                    |
|  |    |                               | US                                | 2004046447 A1 | 11-03-2004                    |
| <hr/>  |    |                               |                                   |               |                               |
| DE 10119907  | A1 | 24-10-2002                    | KEINE                             |               |                               |
| <hr/>  |    |                               |                                   |               |                               |
| US 6149251   | A  | 21-11-2000                    | DE                                | 19615294 A1   | 23-10-1997                    |
|  |    |                               | WO                                | 9739930 A1    | 30-10-1997                    |
|  |    |                               | DE                                | 59707679 D1   | 14-08-2002                    |
|  |    |                               | EP                                | 0836567 A1    | 22-04-1998                    |
|  |    |                               | JP                                | 11508211 T    | 21-07-1999                    |
| <hr/>  |    |                               |                                   |               |                               |